

生物基礎

(解答番号 ～)

第1問 細胞と遺伝子について、次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～6）に答えなさい。

[解答番号 ～)

A すべての生物がもつ共通の特徴として、細胞を基本単位とすることや、代謝を行うこと、遺伝情報をもつことなどが挙げられる。しかし、地球上には多様な生物が生きており、生物の種類により (a)細胞の大きさや構造 には違いがある。代謝の際に (b)ATP を利用することは共通しているが、その獲得方法や利用方法も生物の種類によって異なる。

問1 下線部（a）に関連して、すべての真核細胞と原核細胞に共通して見られるものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① 核
- ② 細胞質基質（サイトゾル）
- ③ 細胞壁
- ④ ミトコンドリア
- ⑤ 葉緑体

問2 下線部（a）に関連して、植物細胞と動物細胞を比較したとき、植物細胞のみに見られるものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 発達した液胞，細胞質基質，ミトコンドリア
- ② 葉緑体，ミトコンドリア，細胞壁
- ③ 葉緑体，細胞壁，発達した液胞
- ④ ミトコンドリア，細胞質基質，葉緑体
- ⑤ 発達した液胞，細胞壁，ミトコンドリア
- ⑥ 細胞膜，発達した液胞，葉緑体

問3 下線部 (b) に関連して、次の a) ～ c) のうち、正しい記述を過不足なく含むものを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

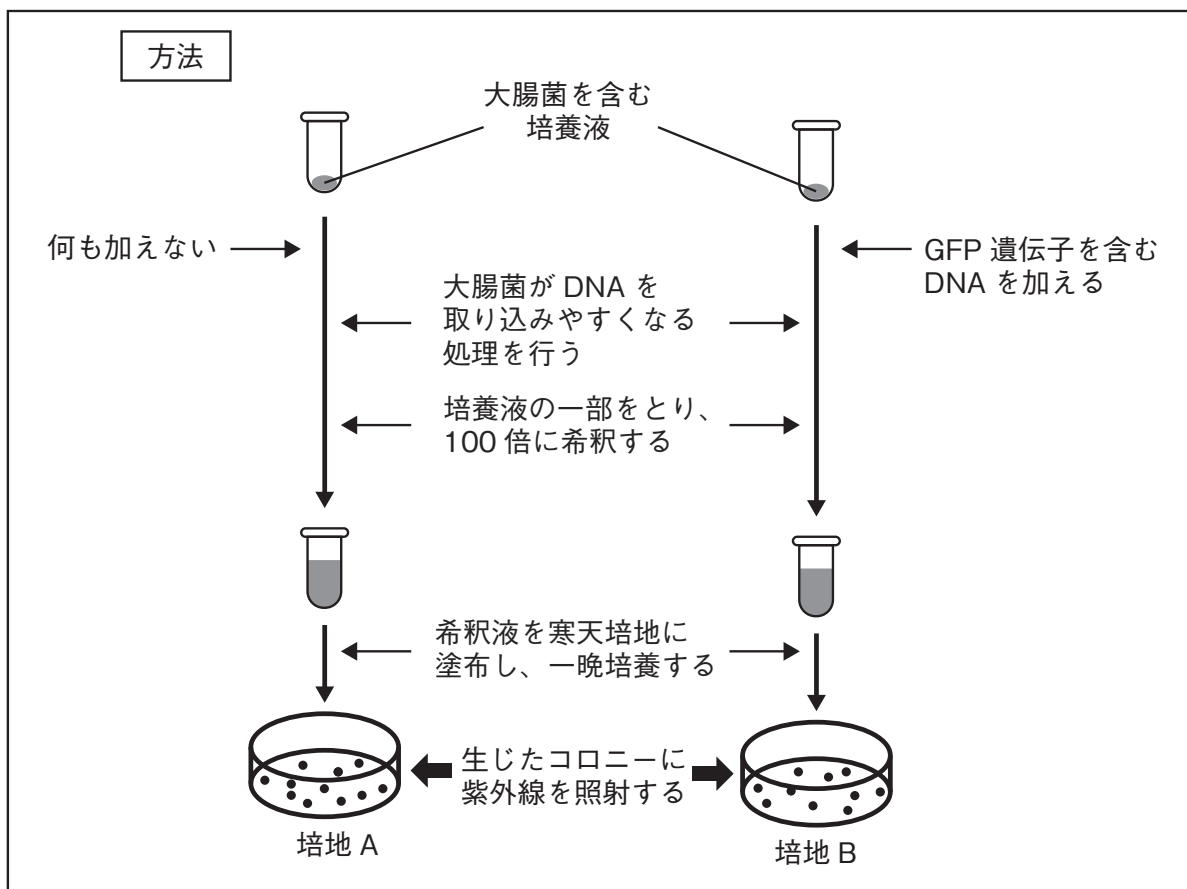
3

- a) 生物は、酸素に含まれる化学エネルギーを ATP に含まれる化学エネルギーに変換して、生命活動に利用している。
- b) 呼吸では、酸素を用いて有機物を分解し、ATP から ADP を合成している。
- c) 光合成の過程では、合成した ATP のもつ化学エネルギーを利用して、二酸化炭素などを材料に有機物が合成される。

- ① a) ② b) ③ c) ④ a), b)
- ⑤ a), c) ⑥ b), c) ⑦ a), b), c)

B 高校生のアキコとカズヤは、学校で大腸菌の形質の変化を観察する実験を行った。

先生：形質転換は、外部にある (c)DNA を細胞が取り込み、その DNA の (d)遺伝子が発現 することによって生じます。今回は大腸菌を使って、形質転換による形質の変化を観察する実験を行いましょう。実験方法を示したプリントを見てください。



先生の配布したプリント

先生：GFPは緑色蛍光タンパク質の略称で、オワンクラゲがつくるタンパク質です。GFPは紫外線が当たると蛍光を発します。コロニーというのは、細菌が培地上で増殖してできた集まりで、肉眼で見えるものです。一つのコロニーは一つの大腸菌が繰り返し増殖して形成されたものと考えてください。

アキコ：大腸菌は紫外線が当たると蛍光を発する物質を本来もっていないのですか？

カズヤ：それもこの実験で確認できると思うよ。ところで、形質転換ってそんなに高頻度で起こるものなのかな。

アキコ：DNAが細胞の中に入らなきゃいけないのだから、そんなに起こりやすいとは思えないけど。

先生：じゃあ、_(e) 仮説を設定して実験で検証してみよう。

仮説 大腸菌に GFP 遺伝子を含む DNA を加えると、0.01%の確率で形質転換が起こり、大腸菌は蛍光を発するようになる。

問4 下線部(c)に関連して、300塩基対のDNAを構成する全塩基の20%がアデニンであった場合、この2本鎖のDNA中に存在するシトシンの数として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

4

- ① 60
- ② 90
- ③ 180
- ④ 240

問5 下線部 (d) に関連して、翻訳では、mRNA の三つの塩基の並びであるコドンが一つのアミノ酸を指定しており、多数の塩基からなる mRNA が翻訳されると、アミノ酸が多数連結した鎖（ポリペプチドという）が合成される。人工 mRNA を用いてポリペプチドを合成する次の**実験1**と**実験2**を行った。**実験2**で合成されたポリペプチドを示す図として最も適当なものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。なお、以下の実験では、翻訳は人工 mRNA のランダムな位置から始まり、異なるコドンは異なるアミノ酸を指定するものとする。

5

実験1 G だけからなる塩基配列（G G G G G G…）をもつ人工 mRNA を用いると、次の図1のように同じアミノ酸（●）が繰り返し結合した1種類のポリペプチドが合成された。



図1

実験2 U G の繰り返しからなる塩基配列（U G U G U G…）をもつ人工 mRNA を用いてポリペプチドを合成した。

①



②



③



④



(注) ■、○、◇はそれぞれ異なるアミノ酸を示している

問6 下線部(e)に関連して、次の表1は「先生の配布したプリント」に示された方法で実験を行った1～3班の結果をまとめたものである。培地Aと培地Bにおいて、それぞれ形成されたコロニーの数と、紫外線照射により蛍光を発したコロニーの数を示している。この実験結果に関する下の文章中の□ア～□ウに入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、後の①～⑧の中から一つ選びなさい。

6

表1

	培地 A での培養		培地 B での培養	
	形成されたコロニー数	紫外線照射により蛍光を発したコロニー数	形成されたコロニー数	紫外線照射により蛍光を発したコロニー数
1 班	168	0	188	3
2 班	182	0	181	4
3 班	177	0	169	4

□アことから、大腸菌は本来蛍光を発する物質をもっていないことが分かる。一方、□イで蛍光を発するコロニーが観察されたことから、仮説のうち「大腸菌に GFP 遺伝子を含む DNA を加えると、形質転換が起こり、大腸菌は蛍光を発するようになる」という部分は正しいことが分かった。また、□イで蛍光を発するコロニーの割合から、仮説のうち「0.01%の確率で形質転換が起こり」という部分は□ウことが分かった。

	ア	イ	ウ
①	培地 A で蛍光を発するコロニーが確認された	培地 B	正しい
②	培地 A で蛍光を発するコロニーが確認された	培地 B	誤りである
③	培地 A で蛍光を発するコロニーが確認されなかった	培地 B	正しい
④	培地 A で蛍光を発するコロニーが確認されなかった	培地 B	誤りである
⑤	培地 B で蛍光を発するコロニーが確認された	培地 A	正しい
⑥	培地 B で蛍光を発するコロニーが確認された	培地 A	誤りである
⑦	培地 B で蛍光を発するコロニーが確認されなかった	培地 A	正しい
⑧	培地 B で蛍光を発するコロニーが確認されなかった	培地 A	誤りである

第2問 生物の特徴について次の問い（問1～6）に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

問1 ある植物の茎の表皮細胞を光学顕微鏡とマイクロメーターを用いて観察したところ、その長さは接眼マイクロメーター14目盛りに相当した。観察を行った倍率では、接眼マイクロメーターの4目盛りと対物マイクロメーターの5目盛りが一致した。使用した対物マイクロメーターの1目盛りは0.01mmである。この表皮細胞の長さとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① $69\mu\text{m}$ ② $112\mu\text{m}$ ③ $144\mu\text{m}$ ④ $175\mu\text{m}$ ⑤ $226\mu\text{m}$

問2 真核細胞における細胞小器官に関連する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

- ① ミトコンドリアで行われる呼吸では、アデノシン二リン酸が作られる。
② ミトコンドリアは、核とは異なる独自のDNAをもつ。
③ 葉緑体は、アントシアニン（アントシアニン）という色素を含む。
④ リボソームは物質の分泌などに関係する。

問3 ミトコンドリアと葉緑体がそれぞれ関与する呼吸と光合成の反応を表したものとして最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

呼吸

光合成

- ① $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{有機物} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + \text{O}_2$
② $\text{CO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{有機物} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + \text{H}_2\text{O}$
③ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{有機物} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$
④ $\text{有機物} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
⑤ $\text{有機物} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{O}_2$
⑥ $\text{有機物} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

問 4 触媒に関連する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

- ① 触媒は、化学反応を促進し、反応によって減少する。
- ② 触媒は、化学反応を促進し、反応によって増加する。
- ③ 触媒は、化学反応を促進し、反応前後で変化しない。
- ④ 触媒は、化学反応を抑制し、反応によって減少する。
- ⑤ 触媒は、化学反応を抑制し、反応によって増加する。
- ⑥ 触媒は、化学反応を抑制し、反応前後で変化しない。

問 5 次の a) ～ d) の文について、多細胞生物の遺伝子の発現に関する記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

12

- a) 細胞で発現する遺伝子の種類は、体細胞の種類に関わらず同じである。
- b) 細胞で発現する遺伝子の種類は、体細胞の種類によって異なる。
- c) からだを構成する体細胞は、組織や器官に関わらず同じ遺伝情報をもつ。
- d) からだを構成する体細胞は、組織や器官によって異なる遺伝情報をもつ。

- ① a), c) ② a), d) ③ b), c) ④ b), d)

問 6 ヒトの細胞において、DNA のある塩基配列は A C T C G T T G A T A C T A である。

この DNA と相補的な塩基配列をもつ DNA から転写された mRNA に含まれる U の比率 (%) を計算して答えなさい。ただし、必要な場合は小数第二位を四捨五入して小数第一位まで答えなさい。

13 14 15 %

解答例：39.0%と答えたい場合は、 ③ ⑨ . ⑩ %とマークする。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6
⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

第3問 ヒトの体内環境の維持について、次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～9）に答えなさい。

〔解答番号 16 ～ 24 〕

A ヒトの体内の恒常性（ホメオスタシス）を保つためには、^(a)自律神経系や内分泌系の働きが重要であり、^(b)いろいろなホルモンが^(c)間脳を含むさまざまな^(d)内分泌腺から分泌され働いている。副甲状腺から分泌されるパラトルモンは血液中のカルシウムイオン濃度の調節に関わっているが、これ以外に甲状腺からもカルシウムイオン濃度の調節に関わる^(e)ホルモンQが分泌されている。

問1 下線部（a）について、次の文章中の空欄「ア」～「ウ」に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 16

「ア」は、「イ」が増加すると、「ウ」される。」

	ア	イ	ウ
①	タンパク質からのグルコースの合成	副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌	抑制
②	脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌	甲状腺からのチロキシンの分泌	抑制
③	胃の運動	副交感神経の活動	抑制
④	すい臓からのインスリンの分泌	交感神経の活動	促進
⑤	肝臓でのグリコーゲンの合成	すい臓からのグルカゴンの分泌	促進

問2 下線部（b）に関連して、ホルモンに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 17

- ① ホルモンは血液循環によって運ばれるので、内分泌腺から離れた器官には作用しない。
- ② あるホルモンは、特定の標的器官にのみ作用する。
- ③ 自律神経の刺激により分泌されるホルモンもある。
- ④ 一つの内分泌腺から複数のホルモンが分泌されている場合がある。
- ⑤ 視床下部には、血液中のグルコース濃度の上昇を感じ、神経を通じて、その濃度を低下させるホルモンの分泌を促す中枢がある。

問3 下線部(c)に関連して、ヒトの脳の構造や働きに関する説明として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

18

- ① ヒトの脳は、大きく大脳、中脳、小脳の3つに分けることができる。
- ② 間脳の一部である視床下部は、体温や血糖濃度などを調節する司令塔の役割を果たしている。
- ③ 大脳の働きが失われると、呼吸や心臓の拍動ができなくなる。
- ④ 中脳には、筋肉運動の調節やからだの平衡を保つ中枢がある。
- ⑤ 延髄は、姿勢保持や眼球運動などを調節する司令塔の役割を果たしている。

問4 下線部(d)に関連して、糖質コルチコイドの分泌を促進する作用をもつホルモンを分泌する内分泌腺として最も適切なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19

- ① 腎臓 ② 脳下垂体 ③ 肝臓 ④ 副腎皮質 ⑤ すい臓

問5 下線部(e)について、ホルモンQの作用について次のような**実験1**を行い、その結果を以下に示した。下の記述a)～c)のうち、**実験1**の結果から導かれる適切な考察はどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑥の中から一つ選びなさい。

20

実験1 ある哺乳類の動物から取り出した骨の破片（主な成分はリン酸カルシウム）を入れた培養液を用意し、IとIIの2群に分けた。Iではこの哺乳類から取り出した細胞Aを加え、IIでは細胞Aを加えなかった。さらに、IとIIをホルモンQを添加する条件と添加しない条件でそれぞれ3日間培養した。3日間の培養後に培養液を取り出し、培養液に含まれるカルシウムイオン濃度を測定し、培養開始時の濃度と比較した。

〈結果〉

群	細胞 A	ホルモン Q	カルシウムイオン濃度の変化
I	あり	あり	ほとんど変化しなかった
		なし	増加した
II	なし	あり	ほとんど変化しなかった
		なし	ほとんど変化しなかった

- a) ホルモン Q は直接骨に作用する。
 b) 細胞 A は骨のカルシウムイオンを血しょう中に放出させる。
 c) ホルモン Q は細胞 A の働きを促進する。

- ① a) ② b) ③ c) ④ a), b) ⑤ a), c)
 ⑥ b), c)

B 脊椎動物のうち、ヒトをはじめとする哺乳類は、体温を適切に保つ働きが発達している。体温を保つためには、自律神経系や内分泌系の働きが重要である。図1は、運動開始時を0分とし、120分間運動を継続したときの体温変化、図2は暑い環境で過ごす前・暑い環境で40分間過ごした直後、その後、元の温度環境に戻ってから50分後の体温変化を、高齢者と若年者で比較した結果である。

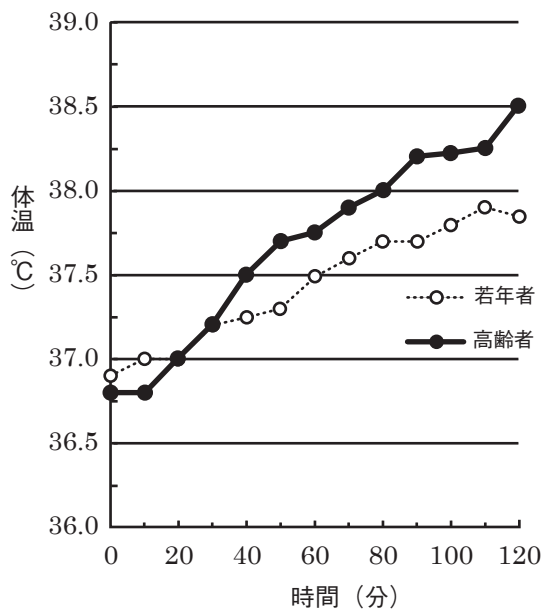


図1

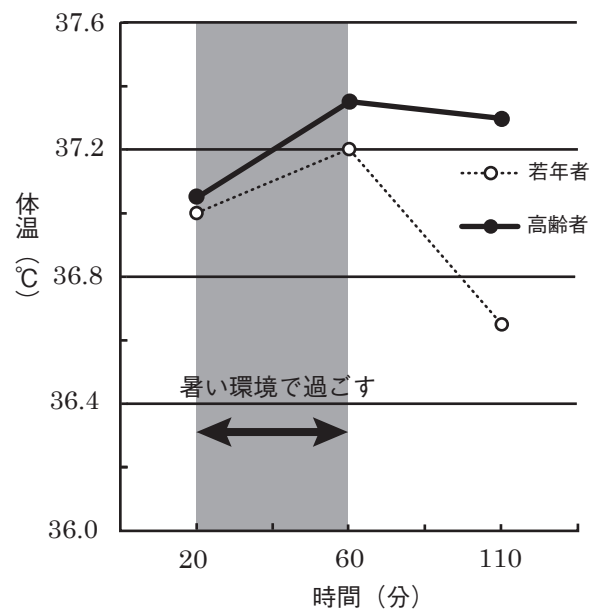


図2

問6 図1から判断できることとして最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

21

- ① 運動開始から30分間は、高齢者の体温はほとんど上昇しない。
 ② 運動開始直後から、高齢者の体温は著しく上昇する。
 ③ 運動開始から60分間は、高齢者と若年者で体温上昇に大きな差はない。
 ④ 高齢者と若年者の体温の差が最も大きいのは、運動開始から120分後である。

問7 運動を行ったとき、身体で起こっていることについての記述として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

22

- ① 副交感神経の働きが高まっている。
- ② 心臓の拍動が運動神経によって促進されている。
- ③ 副腎髄質からのアドレナリンの分泌が促進されている。
- ④ すい臓のランゲルハンス島B細胞からのインスリンの分泌が促進されている。

問8 図2から判断できることとして最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

23

- ① 暑い環境で40分間過ごす間に、若年者は顕著に体温が上昇する。
- ② 暑い環境で40分間過ごす間に、高齢者は体温があまり上昇しない。
- ③ 暑い環境から元の環境に戻って過ごしたときに、高齢者と若年者で体温低下の程度に差はない。
- ④ 暑い環境から元の環境に戻って過ごしたときに、高齢者は体温が低下しにくい。

問9 暑い環境で過ごしているとき、身体で起こっていることについての記述として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

24

- ① アドレナリンをはじめとする代謝を促進するホルモンの分泌が促進されている。
- ② 副交感神経の働きが高まり、発汗が促進されている。
- ③ 交感神経の働きが良くなることで、心臓の拍動が抑制されている。
- ④ 交感神経の働きが高まり、発汗が促進されている。

第4問 ヒトの免疫について次の問い（問1～3）に答えなさい。

〔解答番号 25 ～ 27 〕

問1 アレルギーに関連する記述として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

25

- ① ある抗原に対する免疫応答が過敏に起こることで生じる、生体に不都合な反応をアレルギーという。
- ② アレルギーを引き起こすアレルゲンとして、ほこり、花粉、食品、金属などがある。
- ③ アレルギーは免疫反応の低下によって引き起こされる。
- ④ アレルギーにより、急激な血圧低下などの生命に関わる症状が現れることもある。

問2 特定の病原体による病気の発症を防いだり、症状を軽くしたりするために、無毒化または弱毒化した病原体やその産物を接種することを予防接種と呼ぶ。予防接種に関連する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

26

- ① 予防接種の際に接種するものを抗体という。
- ② 予防接種により特定の感染症にかかりにくくなるのは、その病原体に対する記憶細胞が作られるからである。
- ③ 予防接種によりヘルパー T 細胞の働きが抑制される。
- ④ 血清療法は予防接種の一つである。

問3 免疫応答に関与しない細胞として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

27

- ① T 細胞
- ② 好中球
- ③ 樹状細胞
- ④ マクロファージ
- ⑤ 神経細胞

第5問 植生の遷移について次の文章を読み、後の問い（問1～3）に答えなさい。

〔解答番号 28 ～ 30 〕

植生は年月とともに変化していくが、植生がある方向性をもって移り変わっていく現象を遷移という。遷移には、火山噴火後の溶岩上など土壌のない裸地から始まる〔ア〕と、山火事や森林伐採の跡地、耕作放棄地などのように土壌や種子などが存在する状態から始まる〔イ〕がある。そして〔ア〕には、陸上の裸地から始まる〔ウ〕と湖沼などから始まる〔エ〕がある。一般に、日本のような温暖湿潤な地域における〔ウ〕では、裸地を出発点として、荒原、草原を経て森林へと植生が次第に移り変わっていく。^(a)遷移のそれぞれの段階では、その地域の気候や環境条件に応じて、さまざまな植物が現れる。最後は、植生にそれ以上大きな変化が見られない^(b)極相という状態になる。

問1 文章中の空欄〔ア〕～〔エ〕に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の

①～⑧の中から一つ選びなさい。

28

	ア	イ	ウ	エ
①	一次遷移	二次遷移	乾性遷移	湿性遷移
②	一次遷移	二次遷移	湿性遷移	乾性遷移
③	乾性遷移	湿性遷移	一次遷移	二次遷移
④	乾性遷移	湿性遷移	二次遷移	一次遷移
⑤	二次遷移	一次遷移	乾性遷移	湿性遷移
⑥	二次遷移	一次遷移	湿性遷移	乾性遷移
⑦	湿性遷移	乾性遷移	一次遷移	二次遷移
⑧	湿性遷移	乾性遷移	二次遷移	一次遷移

問2 下線部（a）に関連して、本州中部の低地における〔ウ〕のそれぞれの段階で現れる代表的な植物の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

29

	荒原	陰樹林	陽樹林	低木林
①	コケ植物	クロマツ	タブノキ	カシ類
②	コケ植物	クロマツ	ヤシヤブシ	タブノキ
③	コケ植物	カシ類	クロマツ	ヤシヤブシ
④	コケ植物	ヤシヤブシ	カシ類	タブノキ
⑤	ススキ	クロマツ	タブノキ	カシ類
⑥	ススキ	クロマツ	ヤシヤブシ	タブノキ
⑦	ススキ	カシ類	タブノキ	クロマツ
⑧	ススキ	ヤシヤブシ	クロマツ	タブノキ

問3 下線部 (b) に関連して、極相に達した森林は、おもにどのような植物で構成されているか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

30

- ① 陽樹の高木および幼木とその他の陽生植物
- ② 陰樹の高木および幼木とその他の陰生植物
- ③ 陽樹の低木とその他の陽生植物
- ④ 陰樹の低木とその他の陰生植物
- ⑤ 陽樹の高木とその他の陰生植物
- ⑥ 陰樹の高木とその他の陽生植物

(生物基礎 終わり)